

14

Gusto



14

Taste

- Gusto vs Sapore (Taste versus Flavor)
- Anatomia e Fisiologia
- I 4 gusti fondamentali
- Codificare la qualità del gusto
- Variazioni genetiche nell'esperienza gustativa
- Il piacere del gusto

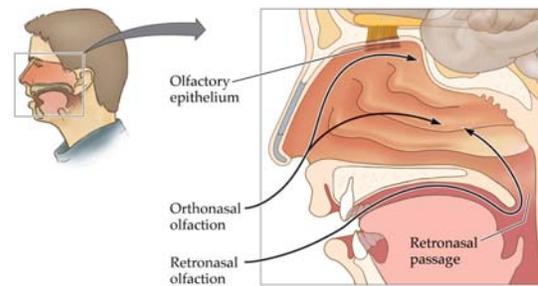
14

Taste versus Flavor

- Gusto (Taste): Sensazioni elicitate dal cibo e dalle bevande nella nostra bocca
- Comunque, ogni volta che mastichiamo o ingoiamo qualcosa molte molecole volatili si disperdono nell'aria all'interno della bocca e raggiungono la cavità nasali attivando i recettori olfattivi. Queste vengono definite "sensazioni olfattive retronasali".
- Sensazioni gustative e olfattive vengono allora unite insieme dal nostro sistema percettivo in una metasensazione che passa sotto il nome di Sapore (Flavor)

14

Retronasal and Orthonasal Olfaction



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 16.1 © 2008 Worth Publishers, Inc.

14

Taste versus Flavor

- Un buon esempio che ci aiuta a capire come olfatto e gusto lavorino strettamente insieme a formare le sensazioni di sapore, è l'alterazione nel sapore dei cibi dovuta meramente alla occlusione delle vie nasali!
- Una prova interessante è quella di mangiare qualcosa turandosi il naso per poi rilasciarlo proprio prima di inghiottire il boccone.
- Se lo fate con la cioccolata essa avrà il sapore di una tavoletta di zucchero non raffinato mentre dopo avrà il buon vecchio sapore di cioccolata!

14

Taste versus Flavor

- Il cibo nella nostra bocca elicitava anche altri tipi di sensazioni come quello somatosensoriali, di temperatura, di dolore ecc...ecc...
- Le sensazioni di sapore anche se dovute come abbiamo visto alla collaborazione di due sistemi sensoriali (olfattivo e gustativo) vengono sempre associate a quest'ultimo. Effetto "ventriloquo" olfattivo-gustativo?

14

Taste versus Flavor

- Curiosamente, soggetti che hanno deficit nella percezioni gustative (ma normali capacità olfattive), possono riconoscere l'odore di determinati piatti come le lasagne ma una volta ingerite riportano che queste non hanno alcun sapore.
- Un altro deficit può essere creato in laboratorio anestetizzando la corda timpanica (chorda tympani), il nervo cranico numero 5 che veicola le informazioni dei recettori del gusto al cervello. I soggetti sottoposti a ciò percepiscono i sapori come provenire dalla bocca ma solo dalla parte contralaterale l'anestesia

14

Taste versus Flavor (cont'd)

- Studi sulle connessioni fra gusto e olfatto sono stati condotti negli ultimi anni anche tramite tecniche di brain imaging. Questi hanno dimostrato che il cervello elabora gli odori in maniera diversa a seconda che questi provengano dal naso o dalla bocca. Negli esperimenti visti prima, al sistema non era permesso di conoscere questa informazione e le sensazioni di sapore erano pesantemente alterate
- L'industria alimentare conosce molto bene queste interazioni fra gusto e olfatto, se per esempio si vuole aumentare la sensazione di pera in un succo (alla pera!), si alza il livello di zucchero (si altera cioè meramente la percezione del gusto) perchè questo intensifica anche la percezione olfattiva della pera!

14

Anatomy and Physiology

- Quando il cibo viene ingerito, la masticazione disgrega i componenti dei cibi in molecole che vengono disciolti nella saliva
- Queste molecole arrivano alla papille gustative (taste bud) formazioni incorporate in piccoli rigonfiamenti chiamate papille che rivestono tutta la lingua (la retina del gusto!)
- Ogni papilla gustativa (la cui forma ricorda la sezione di una arancia) contiene un certo numero di recettori gustativi
- Quando una sostanza (ogni recettore è sensibile ad un piccolo sottoinsieme di tutte le sostanze ingeribili) a cui il recettore è sensibile lo attiva, il segnale viene trasmesso e veicolato al cervello attraverso uno dei nervi cranici

14

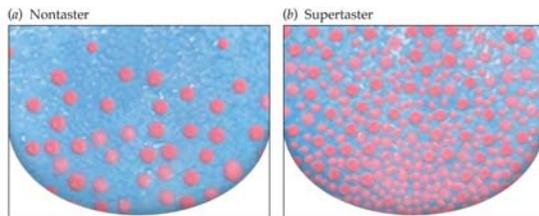
Anatomy and Physiology

- Le Papille:
 - Le papille danno alla lingua quella forma a piccoli rigonfiamenti così caratteristica. Ci sono 4 diversi tipi di papille DI CUI SOLO TRE contengono recettori del gusto.
 - Papille filiformi: si trovano sulla parte anteriore della lingua e NON HANNO recettori del gusto
 - Papille fungiformi: assomigliano a piccoli funghi e anche esse sono locate nella parte anteriore della lingua. In media si trovano 6 recettori del gusto per ogni papilla fungiforme
 - Papille fogliate che si trovano ai lati della bocca e assomigliano a piccole pieghe che contengono i recettori
 - Papille a muraglioni (Papillae Circumvallate): formano una V invertita alla base della lingua

14

Tongues of Nontaster and Supertaster

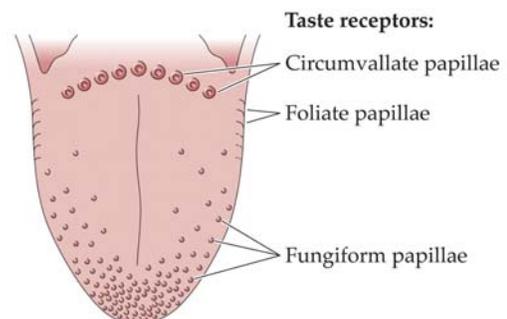
Papille Fungiformi



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 14.3 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

14

Taste Papillae and Signal Pathways (Part 2)



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 14.2 (Part 2) © 2010 Sinauer Associates, Inc.

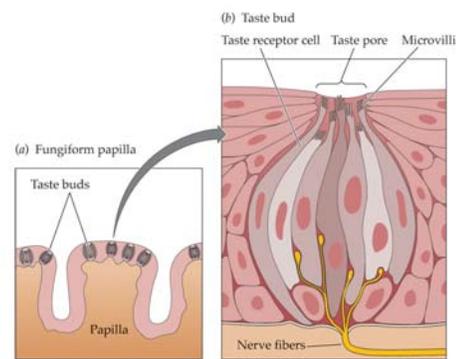
14

Anatomy and Physiology

- Ogni papilla gustativa è un raggruppamento di cellule allungate. Questo complesso ha una forma che ricorda la sezione di una arancia.
- All'estremità di alcune di queste cellule si trovano dei sottili microvilli che sono il luogo dove fanno contatto le molecole dei cibi e i fotorecettori gustativi.
- Nelle papille fungiformi ogni fibra nervosa gustativa innerva più di un recettore ma questi rispondono preferibilmente a tipi di stimoli simili.
- Il meccanismo per cui i recettori gustativi e le sostanze che li elicitano si combinano può essere separato in due distinte classi:
 1. Sapore aspro o salato veicolato da piccole molecole che entrano nei microvilli da piccole aperture chiamate canali
 2. Sapore dolce o amaro che attivano meccanismi simili a quelli visti per l'olfatto (G Protein-coupled receptors)

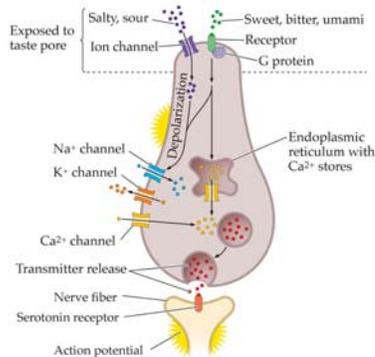
14

Taste Buds



14

Taste Receptor Cell Mechanisms



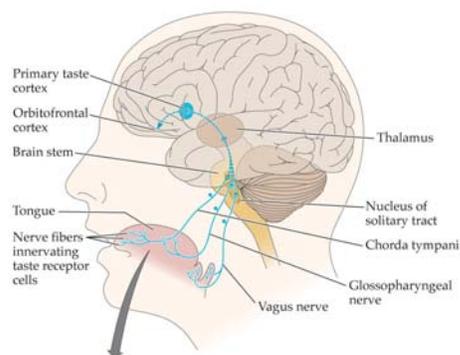
14

Anatomy and Physiology (cont'd)

- Il percorso delle informazioni del gusto verso il sistema nervoso centrale :
 - Le informazioni sul gusto viaggiano attraverso la midolla ed il talamo verso la corteccia
 - La prima area corticale che analizza le informazioni sul gusto è la corteccia insulare
 - La corteccia Orbitofrontale riceve proiezioni dalla corteccia insulare
 - Poiché è noto che neuroni della corteccia orbitofrontale sono multimodali (rispondono cioè ad una ampia gamma di caratteristiche dello stimolo come temperatura, odore e info somatosensoriali) si pensa che questa sia una area di integrazione

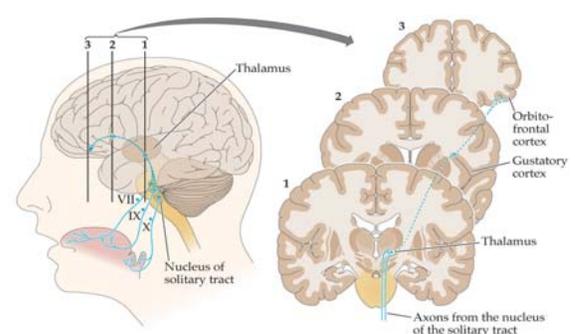
14

Taste Papillae and Signal Pathways (Part 1)



14

Taste Papillae and Signal Pathways (Part 1)



14

Anatomy and Physiology (cont'd)

- I processi inibitori riverstano una grande importanza nell'elaborazione a livello corticale delle informazioni del gusto
- Il fine di questo sistema è di formare una struttura ridondante in cui la percezione globale del gusto viene preservata anche in presenza di danni del sistema del gusto
- Contropartita la possibilità di sensazione gustative fantasma!
- Poter inibire con connessioni di feed-back sensazioni a livello della bocca può anche essere utile a livello della sopravvivenza in quanto permette di mangiare (nonostante il dolore) anche in presenza di traumi a livello orale.

14

The Four Basic Tastes

I 4 gusti di base (universali):

1. Salato
2. Aspro (acido)
3. Amaro
4. Dolce

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Salato:
 - I Sali sono fatti da due particelle, un Catione (ione positivo) ed un Anione (ione negativo). Un esempio, NaCl
 - L'abilità di percepire il salato non è statica ma può variare per esempio con regimi alimentari specifici. Fare una dieta povera di sodio fa in modo che successivamente i pasti salati in maniera opportuna vengano percepiti come molto salati
 - Nemmeno il gradimento per il salato è statico. Bimbi cresciuti con sale a basso livello di cloruro svilupparono poi una preferenza più alta per cibi salati
 - Anche esperienze particolari durante la gestazione possono alterare la percezione della dimensione salato. Figli di madri che erano soggette a nausea mattutina durante la gravidanza hanno una più alta preferenza per snacks salati

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Aspro:
 - Questa dimensione del gusto serve a rivelare l'acido nei cibi
 - Cosa sono gli acidi? Unendo uno ione di idrogeno H^+ con uno ione idrossido OH^- si ottiene acqua H_2O . Se si aumenta la proporzione di H^+ (alzando il livello del Ph) si ottengono sostanze acide
 - Evitare alte concentrazioni di acido è fondamentale perché queste possono recare danno sia alle strutture esterne che a quelle interne del nostro corpo

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Amaro:
 - La Quinina è una sostanza prototopica del gusto amaro
 - Nonostante la presenza di quasi 30 diversi recettori per l'amaro non è possibile distinguere fra diversi sapori di amaro (Neuroni sensoriali per l'amaro connessi a recettori diversi del gusto amaro)
 - Poter percepire il gusto amaro è fondamentale perché questo è il gusto di molte sostanze velenose
 - Sarebbe positivo poter disporre di sostanze che spengono il sapore amaro di cibi benefici. Qualcosa di simile si ottiene con l'adenosina monofosfato che se presente nel latte materno non fa percepire al bambino il gusto amaro da cui naturalmente rifugge
 - La sensibilità all'amaro è nelle donne influenzata dai livelli ormonali, infatti si intensifica durante la gravidanza e diminuisce dopo la menopausa (funzione di protezione per il nascituro)

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Dolce:
 - Sapore evocato dagli zuccheri, semplici carboidrati definiti dalla formula $(CH_2O)_n$ con n uguale a 3 o 7
 - Il glucosio uno degli zuccheri più dolci è la principale fonte di energia di quasi tutti gli animali viventi
 - Come per l'amaro anche per la sensazione del dolce non si possono distinguere fra vari tipi di dolce (integrazione sensoriale). Quello che si può discernere è l'intensità di quanto dolce risulta una sostanza mangiata (es sucrosio è più dolce del saccarosio)

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Ci sono dolcificanti artificiali come la saccarina molto interessanti perché addolciscono senza portare alcun apporto calorico.
- Uno studio del 1986 ha però rivelato che le donne che impiegavano nella loro dieta la saccarina AUMENTAVANO E NON DIMINUIVANO il loro peso!
- Nello stesso anno, John Blundell indicò la possibilità che l'uso di un altro dolcificante artificiale l'aspartame facesse incrementare l'appetito!

P.S. Il problema con l'aspartame credo ora sia più grave visto che è considerato potenzialmente cancerogeno!!!

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Lo speciale caso dell'umami:
 - Qualche anno fa i produttori di glutammato di monosodio MSG (sale monosodico dell'acido glutammico) dichiararono che questi provocava la quinta sensazione gustativa di base: l'UMAMI
 - Secondo i proponenti di questa idea, l'MSG serviva a segnalare la presenza di proteine nei cibi e quindi rivestiva un importante ruolo a fini evolutivo-adattativi
 - Nonostante lo scetticismo generale, nel 2000 è stato scoperto nei ratti un recettore per il glutammato

14

The Four Basic Tastes (cont'd)

- Lo speciale caso dell'umami:
 - Questo però non ha aiutato molto a capire come stiano le cose per gli umani, infatti nonostante il glutammato sia un importante neurotrasmettitore, esso non è considerato un nutriente essenziale per gli umani i cui corpi possono comportarlo da soli attraverso componenti più semplici (cosa che non si può fare con i sali visto i costituenti primi, ioni di cui si parla per loro)
 - Paradossalmente poi il fatto che il glutammato sia un neurotrasmettitore ha fatto sì che questo venisse indicato come causa di disordini vasi (sindrome del ristorante cinese o lesioni cerebrali specialmente nei bimbi piccoli) da più di una ricerca

14

Coding of Taste Quality

- Come avviene la codifica delle qualità del gusto?

Una teoria denominata delle linee marcate (Labeled lines) suggerisce che ogni fibra nervosa del gusto veicola l'informazione di una certa qualità del gusto. Un tale meccanismo era già stato visto in acustica con neuroni che rispondevano a certe frequenze e non ad altre

La teoria alternativa a questa è quello del pattern di attivazione per vari neuroni sensoriali simile alla teoria dei pattern vista per il sistema olfattivo o a quella per l'analisi del colore in visione

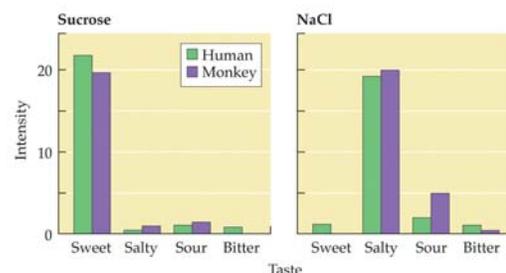
14

Coding of Taste Quality

- Da un punto di vista funzionale è molto più logico che il sistema sensoriale del gusto funzioni attraverso una codifica per vie marcate altrimenti rischieremo di non ottenere chiari segnali dall'ingestione di sostanze pericolose (una pianta velenosa dolciastra potrebbe non essere riconosciuta chiaramente come amara e quindi pericolosa)
- Il dibattito ha però preso vita dal fatto che le prime registrazioni elettrofisiologiche mostravano che i neuroni collegati alle papille gustative erano sensibili a più di una qualità gustativa!
- Oggi si sa che sebbene una selettività assoluta non esista, molti neuroni del sistema gustativo hanno una chiara preferenza per uno dei quattro sapori fondamentali

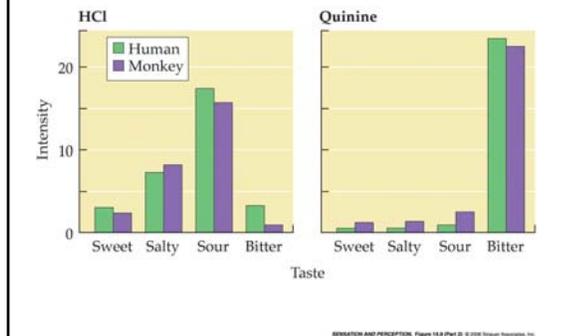
14

Taste Perception (Part 1)



14

Taste Perception (Part 2)



14

Coding of Taste Quality (cont'd)

- Adattamento e cross adattamento per il senso del gusto:
 - TUTTI i sistemi sensoriali mostrano caratteristiche di adattamento quindi è logico che lo faccia anche il gusto
 - Una applicazione costante di certe stimolazioni indebolisce la risposta percettiva a questa classe di stimoli (eg. siamo costantemente adattati al sale perché presente nella saliva e questo muta la nostra percezione del salato)
 - Un caso invece di cross-adattamento è il sapore più acido del solito che prende una bevanda come la limonata dopo aver mangiato un dessert dolce. Il dessert infatti ha adattato i recettori per la qualità gustativa dolce e allora la limonata appare ancora più aspra

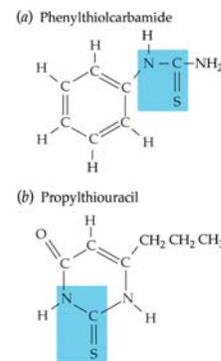
14

Genetic Variation in Taste Experience

- Nel 1931 un chimico di nome Fox scoprì accidentalmente che il phenylthiocarbamide (PTC) veniva percepito come amaro da alcuni soggetti ma come completamente privo di gusto da altri!
- Studi successivi condotti da Fisher con un parente chimico dell' PTC, (il propylthiouracil PROP più sicuro per i tests), dimostrava che i regimi alimentari dei tasters (chi percepiva il PROP come amaro) erano diversi dai non tasters, per esempio alcolisti e fumatori hanno un numero di tasters più basso a livello statistico.

14

Chemical Structure of PTC and PROP



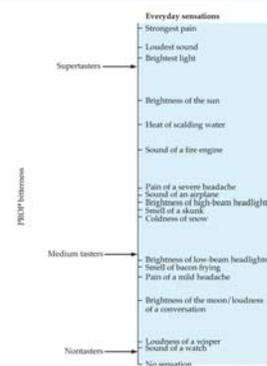
14

Genetic Variation in Taste Experience

- Stevens e i suoi studenti ricavarono attraverso metodi psicofisici la formula che lega la stimolazione sensoriale con l'intensità percepita (relazione potenza)
- Questi ricercatori trovarono anche che i soggetti umani sono molto bravi a fare eguagliamenti cross modali. Ciò offrì un nuovo strumento per misurare le differenze fra non tasters e tasters rispetto al PROP
- Se i non tasters associavano una somministrazione di PROP a deboli stimolazioni (il click di un orologio), i tasters si differenziavano molto nella risposta. Alcuni tasters associavano la stessa somministrazione a stimoli intensi anche dolorosi (supertasters), altri denominati (medium tasters) lo associavano a stimolazioni medie come un leggero mal di testa

14

Cross-Modality Matching



14

Genetic Variation in Taste Experience (cont'd)

- Conseguenze per la salute:
 - Collegamenti potenziali tra la responsività al PROP e salute. Alcuni supertasters potrebbero trovare certi vegetali troppo amari e quindi mantenere a bassi livelli il loro consumo esponendosi al rischio di malattie come ad esempio il cancro al colon
 - Al contrario i super tasters per motivi analoghi hanno una probabilità più alta di rifuggire cibi grassi e quindi di incorrere in malattie cardiovascolari
 - Ciò suggerisce di valutare le diete anche in termini di caratteristiche sensoriali dei cibi e non solo in base al loro contenuto nutrizionale

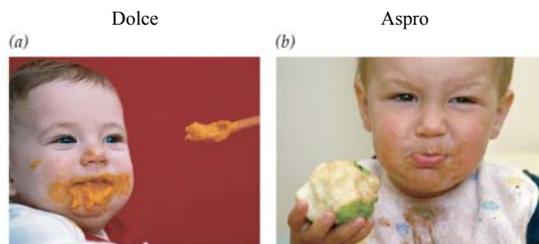
14

The Pleasures of Taste

- La dimensione edonistica del gusto:
 - Diversamente di quello che abbiamo visto per l'olfato, le risposte alle sensazioni del giusto sembrano stereotipate e implementate nel nostro hardware neurale, infatti determinati patterns di risposte sono eseguiti anche da bambini molto piccoli senza alcun apprendimento

14

Hardwired Taste Expressions



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 14.13 © 2014 Sinauer Associates, Inc.

14

The Pleasures of Taste (cont'd)

- Teoria dell'appetito specifico:
 - E' una idea secondo la quale in presenza di una deficienza di un determinato nutriente, i soggetti tenderebbero a ricercare ardentemente quello specifico nutriente
 - Prove a supporto di questa teoria: Uno studio su bimbi molto piccoli mostrava che i bambini di fronte ad una ampia scelta di cibi sceglievano in modo che la loro alimentazione risultava salutare
 - Caso drammatico di un bimbo di 3 anni che in ospedale cercava ardentemente di arricchire di sale la sua dieta. Quando l'apporto di sale è stato diminuito il bimbo è morto. La causa era un tumore che causava una consistente perdita di sodio.

14

The Pleasures of Taste (cont'd)

- Oggi si sa che la teoria dell'appetito specifico vale solo per il gusto di dolce e salato.
- I bambini dell'esperimento di Davis visto prima in realtà non ponderavano la loro dieta per renderla salutare ma semplicemente variegavano il loro cibo per non annoiarsi.
- Ai giorni d'oggi se si fa una scelta variegata fra i cibi è facile incorrere in molti cibi non salutari!

14

The Pleasures of Taste (cont'd)

- Piacere e olfatto retronasale vs olfatto ortonasale (quello attraverso le narici):
 - Le relazioni fra olfatto retronasale e ortonasale non sono ancora ben compresi
 - Quello che è noto è che una avversione appresa per via retronasale, essa si estende spesso anche all'olfatto ortonasale

- Chili peppers:
 - L'attrazione per il chili peppers si manifesta per pressioni sociali (come studiato in Messico)
 - Solo gli umani sono attratti dal gusto del chili peppers ma nei ratti si può indurre un consumo moderato di questo alimento se viene mostrato un altro ratto che lo mangia (stessa spinta sociale che negli uomini?)
 - La grande variabilità tra le varie persone può essere spiegata in termini di variabilità nel numero di papille che questi hanno. Al variare di questo varia anche il numero di connessioni che veicolano l'effetto "fuoco!" del chili
 - La capsaicina (capsaicin) l'agente chimico che produce la sensazione infuocata del chili può desensibilizzare i recettori per il dolore. Se allora a ristorante vi portano un piatto troppo "hot" dovete attendere che la capsaicina faccia il suo lavoro prima di continuare a mangiare se non volete patire le pene dell'inferno!



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 14.10 © 2010 Sinauer Associates, Inc.